

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-015563

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl.

G02B 6/30

G02B 6/13

(21)Application number : 06-150969

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD
SUN TEC KK

(22)Date of filing : 01.07.1994

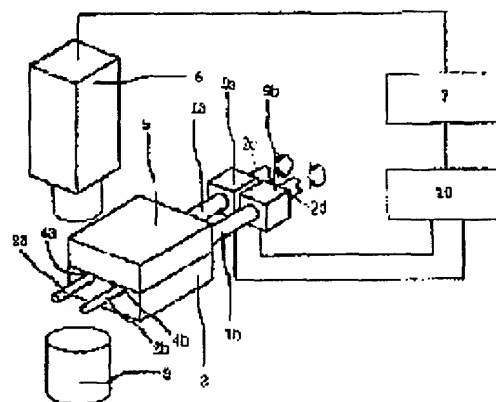
(72)Inventor : YUHARA TOSHIYA
IIZUKA TOSHIO
KAJIOKA HIROSHI
ICHIMURA MAMORU
MURAKAMI TOMOHIRO

(54) ALIGNMENT METHOD IN COUPLING PART OF OPTICAL FIBER HAVING NON-AXISYMMETRICAL REFRACTIVE INDEX DISTRIBUTION AND OPTICAL WAVEGUIDE, OPTICAL FIBER FIXING STRUCTURE AND COUPLING PART

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an alignment method capable of easily aligning the rotating directions in the coupling part of optical fibers having a non-axisymmetrical refractive index distribution and optical waveguides, an optical fiber fixing structure and the coupling part.

CONSTITUTION: The magnified images of the optical fibers are obtd. by photographing the optical fibers 1a, 1b from sideways of the propagating direction of guided light by an image obtaining means 6 and the distribution of the characteristics of the images corresponding to the positions in the radial direction of the optical fiber images from the magnified images obtd. in such a manner. The directions of the rotating directions around the central axes of the optical fibers as the axis of rotation are measured from the distribution of the characteristics of the images. The directions of the rotating directions of the optical fibers 1a, 1b are adjusted by optical fiber rotating members 9a, 9b in accordance with the result of the measurement.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-15563

(43) 公開日 平成 8 年(1996) 1 月 19 日

(51) Int. Cl. ⁶

G02B 6/30

6/13

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G02B 6/12

M

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平6-150969

(22) 出願日 平成 6 年(1994) 7 月 1 日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 2 号

(71) 出願人 591102693

サンテック株式会社

愛知県小牧市大字上末122番地

(72) 発明者 油原 敏哉

茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号 日立
電線株式会社日高工場内

(72) 発明者 飯塚 寿夫

茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号 日立
電線株式会社日高工場内

(74) 代理人 弁理士 絹谷 信雄

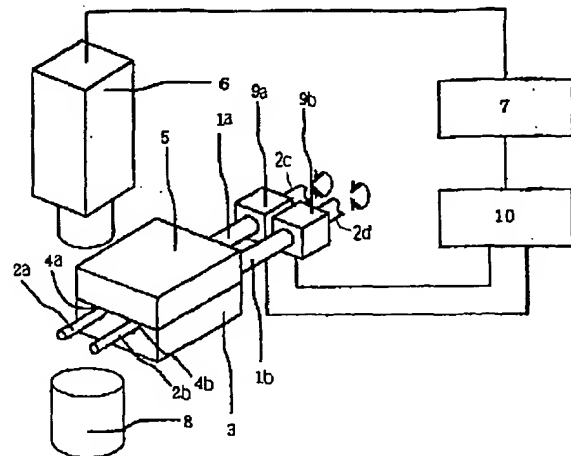
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法、光ファイバ固定構造及び結合部

(57) 【要約】

【目的】 非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部における回転方向のアライメントを短時間で容易に行うことができるアライメント方法、光ファイバ固定構造及び結合部を提供する。

【構成】 画像取得手段 6 により光ファイバ 1 a, 1 b を導波光伝搬方向に対して側方から撮影して光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材 9 a, 9 b により光ファイバ 1 a, 1 b の回転方向の向きを調整することを特徴としている。



1 a, 1 b 光ファイバ

2 a, 2 b 先端部

2 c, 2 d 後端部

6 画像取得手段 (撮像カメラ)

7 画像処理装置

8 照明光源

9 a, 9 b 光ファイバ回転部材 (光ファイバ回転機構)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法において、画像取得手段により上記光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影して上記光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きを調整することを特徴とする非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 2】 上記画像取得手段が撮像カメラである請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 3】 上記画像取得手段の結像面に配置された像入力手段によって制限される分解能が $1.6 \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 4】 上記光ファイバに対して上記画像取得手段と照明光源とで挟むように画像取得手段の略光軸上に上記光ファイバと上記照明光源とを配置し、上記光ファイバの側方からコアを横断する方向に照明光を照射し、光ファイバを透過した透過光により光ファイバの画像を取得するようにした請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 5】 上記光ファイバの画像取得手段により撮像される部分の保護用コーティングが除去されている請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 6】 光ファイバの中心軸を略回転軸とした種々の回転方向から光ファイバの拡大画像の取得及び画像の特徴の分布抽出を繰り返すと共に、予め求めた画像の特徴の分布に基づいて光ファイバの回転方向の向きを検出することにより、光ファイバの断面上に予め定められた特定の軸を画像取得手段の光軸と一旦平行に合わせた後で光ファイバ或いは光ファイバ回転部材を回転させ、上記特定の軸の向きを調整する請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 7】 光ファイバの中心軸を略回転軸とした種々の回転角度から光ファイバの拡大画像の取得及び画像の特徴の分布抽出を繰り返し、予め定められた画像の特徴の分布を示す回転角度を検出することにより光ファイバの断面上に予め定められた特定の軸の角度を画像取得手段の光軸と平行に合わせた時に、上記特定の軸の角度を光導波路が形成された光学媒体或いは光ファイバ保持部材

に対して所望の方向を向くように、光学媒体或いは光ファイバ保持部材に対する画像取得手段の光軸の向きを予め決めておく請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 8】 上記光ファイバが楕円コア型光ファイバであり上記画像の特徴の分布が光強度分布であって、 $5 \mu\text{m}$ 以下の分解能で画像取得手段と光ファイバとの距離を調節する請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 9】 上記光ファイバが楕円コア型光ファイバであり上記画像の特徴の分布が光強度分布であって、上記特定の軸が楕円形のコアの長軸であって、光ファイバ中心部或いはその近傍の光強度の極大値が略最大、或いは極小値が略最小となるような向きを検出することによって、コアの長軸を画像取得手段の光軸と平行に合わせる請求項 6 又は 7 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 10】 上記光ファイバが楕円コア型光ファイバであり上記画像の特徴の分布が光強度分布であって、上記特定の軸が楕円形のコアの長軸であって、光ファイバの中心部或いはその近傍の光強度の極大値と極小値との差が最大となるような向きを検出することにより、上記コアの長軸を画像取得手段の光軸と平行に合わせる請求項 6 又は 7 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 11】 上記光ファイバが楕円コア型光ファイバであり上記画像の特徴の分布が光強度分布であって、上記特定の軸が楕円形のコアの長軸であって、光ファイバ中心部或いはその近傍の光強度の極大値が略最大或いは極小値が略最小、かつ画像の特徴の分布がコアの中心を対称軸として略線対称であってさらに光ファイバ中心部の近傍に、コアの中心軸を対称軸として略線対称の位置に現れる少なくとも 1 組の光強度の極小値或いは極大値の差が最小となるような向きを検出することにより、上記コアの長軸を画像取得手段の光軸と平行に合わせる請求項 6 又は 7 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 12】 上記楕円形のコアの長軸の向きを画像取得手段の光軸と平行に合わせるために光強度の極大値及び極小値を検出する光ファイバ中心部及びその近傍が、光ファイバの中心を基準とした半幅 $5 \mu\text{m}$ の範囲内である請求項 9 ～ 11 のいずれか一項記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 13】 光ファイバが楕円ジャケット型光ファイバであり上記画像の特徴の分布が光強度分布であつ

て、画像取得手段と光ファイバとの距離が、光ファイバのコア近傍を除く外周部の画像の光強度の極大値が最大になる位置と、該位置から画像取得手段と光ファイバとを略 50 μm 遠ざけた位置との間の範囲内である請求項 1 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 1 4】 光ファイバが楕円ジャケット型光ファイバであり上記画像の特徴の分布が光強度分布であつて、上記特定の軸が楕円形ジャケットの長軸あるいは短軸のいずれか一方であつて、画像の特徴の分布がコアの中心軸を対称軸として略線対称で、さらに光ファイバ中心部近傍に、コアの中心軸を対称軸として略線対称の位置に現れる明部或いは暗部のうち少なくとも 1 組の明部或いは暗部の光強度差が最小となるような光ファイバの回転方向の向きを検出することにより前記楕円形ジャケットの長軸あるいは短軸のいずれかを撮像取得手段の光軸と平行に合わせる請求項 6 又は 7 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 1 5】 上記特定の軸が楕円形のジャケットの長軸であつて、該長軸の向きを画像取得手段の光軸と平行に合わせた時に、画像の特徴の分布にコアの中心を対称軸として略線対称の位置に 1 組の明部を有し、明部の光ファイバ内周側であつてコアの中心軸を対称軸として略線対称の位置に 1 組の暗部を有し、かつ明部の外周側近傍には光強度がその外周側よりも低い顕著な暗部を有しない請求項 1 4 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 1 6】 上記特定の軸が楕円形のジャケットの短軸であつて、該短軸の向きを画像取得手段の光軸と平行に合わせた時に、画像の特徴の分布にコアの中心軸を対称軸として略線対称の位置に 1 組の明部を有し、明部の光ファイバ内周側であつてコアの中心軸を対称軸として略線対称の位置に 1 組の暗部を有し、かつ明部の外周側近傍であつてコアの中心軸を対称軸として略線対称の位置に、光強度がその外周側よりも低い顕著な暗部を 1 組有する請求項 1 4 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 1 7】 上記楕円形ジャケットの長軸及び短軸の向きを画像取得手段の光軸と平行に合わせるための明部及び暗部が検出される光ファイバ中心部近傍が、光ファイバの中心軸を基準とした半幅約 25 μm の範囲内である請求項 1 4 記載の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法。

【請求項 1 8】 非軸対称屈折率分布を有する少なくとも一つの光ファイバと光ファイバを保持する保持部材とを含む光ファイバ固定構造において、画像取得手段によ

り上記光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影して上記光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きを調整したことを特徴とする光ファイバ固定構造。

【請求項 1 9】 上記光ファイバを保持する光ファイバ保持部材に配列形成された少なくとも一つの溝に、光ファイバが嵌合配列された請求項 1 8 記載の光ファイバ固定構造。

【請求項 2 0】 上記溝の断面形状が V 字状、U 字状、円弧状、矩形状あるいは多角形状である請求項 1 9 記載の光ファイバ固定構造。

【請求項 2 1】 上記光ファイバ保持部材に配列形成された少なくとも一つの小孔に、光ファイバが嵌入配列された請求項 1 8 記載の光ファイバ固定構造。

【請求項 2 2】 上記小孔の断面形状が円形状、楕円形状あるいは多角形状であつて、その内接円の少なくとも光ファイバ端面が露出する部分における直径が光ファイバのコーティング除去部分の外径よりも 2 μm 以下の範囲で大きい請求項 2 1 記載の光ファイバ固定構造。

【請求項 2 3】 非軸対称屈折率分布を有する少なくとも一つの光ファイバと少なくとも一つの光導波路とを結合した結合部において、画像取得手段により上記光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影して上記光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きを調整したことを特徴とする結合部。

【請求項 2 4】 上記光導波路の端面が露出するように、上記光導波路を含む光学媒体に形成された溝に光ファイバが嵌合された請求項 2 3 記載の結合部。

【請求項 2 5】 上記溝の形状が V 字状、U 字状、円弧状、矩形状あるいは多角形状である請求項 2 4 記載の結合部。

【請求項 2 6】 その底部に上記光導波路の端面が露出する、上記光導波路を含む光学媒体に形成された凹部に、光ファイバが嵌入された請求項 2 3 記載の結合部。

【請求項 2 7】 上記凹部の断面形状が、円形状、楕円形状、矩形状或いは多角形状であつて、その内接円の少なくとも光ファイバ端面が位置する部分における直径が光ファイバの外径よりも 2 μm 以下の範囲で大きい請求項 2 6 記載の結合部。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバジャイロ、

光変調器、光スイッチ等に用いられる非軸対称屈折率分布を有する光ファイバの回転方向のアライメント方法、光ファイバ固定構造及び結合部に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】光導波路と非軸対称屈折率分布を有する光ファイバとの結合部の例として、偏波面保存光ファイバを用いた光ファイバアレイが挙げられる。偏波面保存光ファイバの回転方向の角度のアライメント、すなわち複屈折主軸のアライメント方法においては偏波面が保存される、電界の振動方向が複屈折主軸と平行な直線偏光を光ファイバに伝搬させて、出射端における直線偏光の角度により複屈折主軸の光ファイバ保持部材に対する角度を合わせている。

【 0 0 0 3 】例えば、図 1 5 に示すように半導体レーザ 3 1 より出射される光を第一のレンズ 3 2 により略平行光とし、偏光子 3 3 により直線偏光とした後、略コアの中心軸を中心として回転可能なホルダ 3 5 に保持された偏波面保存光ファイバ 3 6 の一端に第二のレンズ 3 4 により集光して光ファイバ内を伝搬させる。一方、伝搬光の出射する光ファイバの他端も略コアを中心に回転可能なホルダ 3 5 を介して、光ファイバ保持部材 3 7 に予め設けられた光ファイバを埋め込むための V 字形の溝（図示せず）に載置されており、その上にカバー部材 3 8 が載置されている。

【 0 0 0 4 】ところで偏波面保存光ファイバは直交する 2 つの複屈折主軸を有するために、複屈折主軸のおおよその角度を知らなければ光ファイバ中を伝搬する直線偏光の電界の振動方向がどちらの主軸に平行であるかを知ることにはできない。

【 0 0 0 5 】従って、光ファイバより出射される直線偏光の電界の振動方向のみによって複屈折主軸の角度のアライメントを行おうとすると、所望の角度とは 90° 異なる角度となるおそれがあるので、複屈折主軸のアライメントを予め略所望する方向へ行っておき、このアライメントの誤差の範囲程度に直線偏光の角度によるアライメントの際の光ファイバ出射端の回転範囲を制限する必要がある。

【 0 0 0 6 】そこで、偏波面保存光ファイバ 3 6 として楕円コア型光ファイバ 4 2 を用いる場合には、図 1 6 に示すように楕円形のコア 4 3 の長軸 4 4 と短軸 4 5 とがそれぞれ複屈折主軸となることから、CCD カメラ（図示せず）によって光ファイバからの出射光のニアフィールドパターンを、あるいはスクリーン（図示せず）に投射される出射光のファーフィールドパターンを観測しながら保持部材に載置された光ファイバ出射端を回転させ、複屈折主軸を略所望する方向に合わせる。また、偏波面保存光ファイバ 3 6 として楕円ジャケット型光ファイバ 4 6 を用いる場合には、図 1 7 に示すように楕円形のジャケット 4 7 の長軸 4 8 と短軸 4 9 とがそれぞれ複屈折主軸となることから、ジャケット部の形状が観察可

能であるように保持部材に載置された光ファイバ出射端を予め弗化水素酸水溶液によりエッチングしてジャケット部とその他の部分との間に段差をつけておき、CCD カメラによってこの端面の拡大像を観察しながら光ファイバを回転させ、複屈折主軸を略所望の方向に合わせる。

【 0 0 0 7 】次に出射光を第三のレンズ 3 9 及び検光子 4 0 を介して受光器 4 1 に集光し、受光器 4 1 の出力をモニタしながら光ファイバの入射端と検光子 4 0 とを回転させて偏光クロストークが最小となるような入射端の回転位置を求め、入射端における光ファイバの複屈折主軸の一方と光電界の振動方向とを一致させると、光ファイバからの出射光は電界の振動方向が 2 つの複屈折主軸の一方に平行な直線偏光となる。従って、次に検光子 4 0 の方位を所望の複屈折主軸の方向に合わせ、楕円コア型光ファイバの場合には、光ファイバの出射端をニアフィールドパターン或いはファーフィールドパターンによるアライメントの誤差の範囲程度、楕円ジャケット型光ファイバの場合には端面の拡大像によるアライメントの誤差の範囲程度、例えば $\pm 10^\circ$ 以内の範囲で回転させて受光器 4 1 の出力が最大あるいは最小となるような回転位置に向けることにより、複屈折主軸のアライメントが行われている。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】ところで上述した従来の方法によって偏波面保存光ファイバ 3 6 の複屈折主軸が所望の方向を向くようにアライメントを行う場合には、保持部材 3 7 に載置された光ファイバ 3 6 をそのコアの中心軸を略回転軸として回転させる他に種々の手順を踏まなければならない。

【 0 0 0 9 】まず光の入出力結合のために光ファイバの両端に平坦な端面を形成しなければならない。また、第一のレンズ 3 2、偏光子 3 3、第二のレンズ 3 4 を通過した光を光ファイバ 3 6 に結合させるためのアライメントが必要であり、さらに光ファイバ 3 6 中を伝搬する光を、電界の振動方向が複屈折主軸と平行である直線偏光とするために、光ファイバ 3 6 の入射端の回転方向のアライメントを要する。これはすなわち、保持部材 3 7 に載置された偏波面保存光ファイバ 3 6 の出射端の複屈折主軸の角度のアライメントを行うために、入射端の複屈折主軸の角度のアライメントも行われなければならないことを意味する。

【 0 0 1 0 】一方、複屈折主軸のアライメントを予め略所望の方向へと行っておくために、偏波面保存光ファイバ 3 6 に楕円コア型光ファイバ 4 2 を用いる場合には、光ファイバ 3 6 からの出射光のニアフィールドパターンを、楕円ジャケット型光ファイバ 4 6 を用いる場合には光ファイバ出射端面の拡大像を観察しなければならない。

【 0 0 1 1 】従って偏波面保存光ファイバを用いた光フ

ファイバアレイを 1 つ製造する毎に、CCD カメラ或いはスクリーン、第三のレンズ 3 9、検光子 4 0 及び受光器 4 1 を移動して再配置することになる。さらに、楕円ジャケット型光ファイバ 4 6 を用いる場合には端面の弗化水素酸水溶液によるエッチングも必要となる。

【0012】このように、偏波面保存光ファイバの複屈折主軸を所望の方向に向けるためには、数多くの手順を踏まなければならない、また多くの時間を要するので、偏波面保存光ファイバを用いた光ファイバアレイの製造工数の低減や製造時間の短縮は困難であった。

【0013】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部における回転方向のアライメントを短時間で容易に行うことができるアライメント方法、光ファイバ固定構造及び結合部を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路との結合部におけるアライメント方法において、画像取得手段により光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影して光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、その特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きを調整するものである。

【0015】また本発明の光ファイバ固定構造は、非軸対称屈折率分布を有する少なくとも一つの光ファイバと少なくとも一つの光導波路とをそれぞれ結合するための、光ファイバ保持部材を含む光ファイバ固定構造において、画像取得手段により光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影して光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、その特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きを調整したものである。

【0016】さらに本発明の結合部は、非軸対称屈折率分布を有する光ファイバと光導波路とを結合した結合部において、画像取得手段により光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影して上記光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転方向の向きの測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きを調整したものである。

【0017】

【作用】画像取得手段により光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影すると光ファイバの拡大画像が取得できる。取得した拡大画像を画像処理装置により画像処理を施すと光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布が求められる。この画像の特徴の分布は光ファイバの回転方向の向きによって異なった特徴的な曲線を示すと共に再現性がある。このため画像の特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転角度の測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバ回転部材により光ファイバの回転方向の向きの調整を行うことができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0019】図 1 は本発明の非軸対称屈折率分布を有する光ファイバの回転方向のアライメント方法を適用した装置の主要部概略の一例を示す図である。尚、ここでは光ファイバとして楕円コア型偏波面保存光ファイバ 1 を用いて光ファイバアレイを作製する場合について説明する。

【0020】同図に示すように先端部 2 a、2 b のコーティングを除去した 2 本の光ファイバ 1 a、1 b が、光ファイバ保持部材 3 の表面に予め平行に配列形成された光ファイバを埋め込むための 2 本の V 字形の溝 4 a、4 b にそれぞれ載置されており、紫外線硬化型接着剤（図示せず）が塗布され、その上にカバー部材 5 が載置されている。偏波面保存光ファイバの後端部 2 c、2 d は光ファイバ回転部材としての光ファイバ回転機構 9 a、9 b に取り付けられているので、先端部 2 a、2 b は略光ファイバ 1 a、1 b のコアの中心軸を回転軸として回転可能となっている。

【0021】一方、略撮像カメラ 6 の光軸上に、載置された 2 本の偏波面保存光ファイバ 1 a、1 b のうち複屈折主軸の角度のアライメントが行われる方の光ファイバ 1 a が、撮像カメラ 6 と照明光源 8 とで挟まれるように配置されている。光ファイバ 1 a の下方側面からコアを横断する方向に照明光が照射され、この照射光が光ファイバ 1 a を透過して撮像カメラ 6 により光ファイバ先端部 2 a の拡大画像が取得される。この取得した拡大画像から光ファイバ像（図示せず）の径方向の位置に対応した光強度分布を画像処理装置 7 により算出することができる。この光強度分布には複屈折主軸の角度によって異なった特徴が得られる。これはコア、クラッド及びジャケット等の偏波面保存光ファイバの各構成要素の屈折率がそれぞれ異なっており、少なくとも 1 つの構成要素の形状が非軸対称であるためである。

【0022】従って、制御装置 10 において複屈折主軸の角度を判断し、複屈折主軸の角度のアライメントが行われる方の光ファイバ 1 a が取り付けられている回転機構 9 a を制御装置 10 により駆動させると、複屈折主軸

の角度を所望の角度に回転させることにより調整することができる。

【0023】次に実施例の作用を述べる。

【0024】図2(a)は撮像カメラの光軸と楕円形コアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 0° のときの概略断面図であり、図2(b)はその光強度分布を示す図である。図3(a)は撮像カメラの光軸と楕円形コアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 5° のときの概略断面図であり、図3(b)はその光強度分布を示す図である。図4(a)は撮像カメラの光軸と楕円形コアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 45° のときの概略断面図であり、図4(b)はその光強度分布を示す図である。図5(a)は撮像カメラの光軸と楕円形コアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 90° のときの概略断面図であり、図5(b)はその光強度分布を示す図である。

【0025】ここで、光ファイバ外周部の画像の光強度の極大値 l 、 r が最大になるように撮像カメラ6と光ファイバ11との間の距離を $0.5\mu\text{m}$ の分解能で調節した。光軸14と複屈折主軸15とが平行の場合(図2(a))には、図2(b)に示すように光ファイバ中心部の光強度の極大値 a が最大となり、その両脇に光強度の極小値 b 、 c が現れ、 a 、 b 間及び a 、 c 間の光強度の差が最大となった。また光強度分布はコア12の中心に対応する a を対称軸として略線対称であり、略線対称の位置に現れる極小値 b 、 c 間の光強度の差は最小となった。

【0026】光ファイバ11を時計回りに回転させて、光軸14と複屈折主軸15とがなす角度を 5° とした場合(図3(a))には、図3(b)に示すように極大値 a が図2(b)に示す極大値よりも小さく、 a と光強度の極小値 b 、 c との光強度の差も小さく、 b よりも c の光強度の方が小さくなった。光ファイバ11を時計回りに回転させて光軸14と複屈折主軸15とがなす角度を 45° とした場合には(図4(a))、図4(b)に示すように極大値 a 及び極小値 b 、 c の近傍に対する変化量の絶対値が図2(b)、図3(b)に比べて非常に小さく識別し難くなったが、 b よりも c の光強度の方がやや小さくなった。

【0027】一方、光軸14と複屈折主軸15とがなす角度を 90° とした場合には(図5(a))、図5(b)に示すように極大値 a 及び極小値 b 、 c を識別しがたくなっているのは 45° の場合(図3(a))、

(b))と同様であるが、 b と c との間の光強度の差はなくなった。このように複屈折主軸15の角度により特徴的な光強度分布が得られることを利用して、図1に示した光ファイバ保持部材3に載置された楕円コア型の偏波面保存光ファイバ1の複屈折主軸の角度と所望の角度との間の回転角度差を制御装置10にて判断し、この角度差だけ光ファイバ1を回転するように回転機構9を制

御装置10によって駆動させ、光ファイバ1に導波光を伝搬させることなく複屈折主軸が所望の角度をとるようにアライメントを行うことができた。尚、極大値 a と極小値 b 或いは c との間の間隔の最小値は $1\mu\text{m}$ であったので、撮像カメラ6の撮像素子によって制限される分解能は $1\mu\text{m}$ あるいはそれより優れていなければならない。

【0028】図1における偏波面保存光ファイバ1a、1bを楕円コア型光ファイバとし、その複屈折主軸を上述べたアライメント方法によって所望の角度に回転した後で、接着剤を紫外線照射により硬化させ、光ファイバ1a、1b、保持部材3とカバー部材5の端面を研磨して、光導波路との結合部として用いる偏波面保存光ファイバアレイが作製される。

【0029】ところで、光軸14と複屈折主軸15とが略平行となる場合には図2(a)、(b)、図3

(a)、(b)に示したように光強度の極大値 a 及び極小値 b 、 c の近傍の光強度の差が大きく、光強度分布の変化が角度の変化に対して敏感である。そこで、光ファイバ11を回転させつつ拡大画像の取得及び取得画像の光強度分布算出を繰り返し、光軸14と複屈折主軸15とを一旦平行に合わせ、その後所望の方向との間の角度差だけ光ファイバを回転させるという手順を踏むことによって、アライメント誤差 5° 以下と精度を向上させることができた。さらに光軸14と複屈折主軸15とを平行に合わせた時に、複屈折主軸15の角度が保持部材3に対して所望の角度となるように、予め保持部材3に対する光軸14の角度を定めておくことにより、アライメント精度を向上させ、かつアライメントに要する時間を短縮することができた。

【0030】複屈折主軸15の角度を光軸14と平行に合わせるために光強度の極大値及び極小値が検出される位置の幅の最大値は $6\mu\text{m}$ であったので、この検出範囲はコア12の偏心を考慮しても光ファイバの中心を基準とした半幅 $5\mu\text{m}$ の範囲とすれば充分であり、そうすることによって画像処理に要する時間を短縮することができた。

【0031】複屈折主軸15の角度を光軸14と平行になるように合わせ、撮像カメラ6と光ファイバ11との間の距離を、光ファイバ外周部の画像の光強度の極大値 l 、 r が最大になる距離よりも $5\mu\text{m}$ 及び $10\mu\text{m}$ 大きくした場合の光強度分布を図6及び図7にそれぞれ示す。撮像カメラ6と光ファイバ11との間の距離を大きくするに従って、図6に示すように極大値 a 及び極小値 b 、 c のその近傍に対する変化量の絶対値が図2(b)に比べて次第に小さくなって識別し難くなっていき、その後、図2(b)における極大値 a が図7における極小値 a へ、図2(b)における極小値 b 、 c が図7における極大値 b 、 c へと、光強度の逆転を生じてしまった。従って、光ファイバの外周部の画像の光強度の極大値

1, r が最大になるように、5 μ m 或いはそれより優れた位置分解能で撮像カメラ6と楕円コア型光ファイバとの間の距離を調節することは、精度及び再現性よく複屈折主軸のアライメントを行うために非常に有効であった。

【0032】なお、図7に示したように撮像カメラ6と楕円コア型光ファイバ11との距離をコア12の中心に対応する部分の光強度が極小となるように調節した場合にも、被屈折主軸15を光軸14と平行に合わせることができた。

【0033】次に非軸対称屈折率分布を有する光ファイバとして楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバを用いた場合について説明する。

【0034】図8(a)は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が0°のときの概略断面図であり、図8(b)はその光強度分布を示す図である。図9(a)は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が5°のときの概略断面図であり、図9(b)はその光強度分布を示す図である。図10(a)は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が45°のときの概略断面図であり、図10(b)はその光強度分布を示す図である。図11(a)は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が90°のときの概略断面図であり、図11(b)はその光強度分布を示す図である。

【0035】ここで、撮像カメラ6と光ファイバ16との間の距離を光ファイバ外周部の画像の光強度の極大値1, r が最大になる距離においては、光軸14と複屈折主軸21とを平行にした場合(図8(a))に光ファイバ中心部近傍に顕著な明部及び暗部が現れず、これよりも撮像カメラ6を50 μ m だけ光ファイバから遠ざけた距離までの範囲内において現れた。

【0036】そこで、極大値1, r が最大になる距離よりも10 μ m だけ大きくなるよう、撮像カメラ6と光ファイバ16との間の距離を0.5 μ m の分解能で調節した。

【0037】ここで、光軸14と楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸21とを平行にした場合には(図8(a))、図8(b)に示すように光強度分布がコアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称であって、さらに光ファイバ中心部近傍の略線対称の位置に1組の明部d, eが現れ、その光強度の差が最小となった。また、これら明部d, eの光ファイバ内周側の、コアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称の位置に1組の暗部b, cが現れ、明部d, eの外周側近傍には光強度がその外周側よりも低い顕著な暗部

は現れなかった。光ファイバ16を時計回りに回転させて、光軸14と複屈折主軸21とがなす角度を5°とした場合(図9(a))には、光強度分布はもはや線対称ではなくなり、図8(a)におけるeに相当する明部が図9(b)に示すように2つの明部d, gに分裂し、その間に暗部eが現れた。光ファイバ16をさらに時計回りに回転させて、光軸14と複屈折主軸21とがなす角度を45°とした場合にも(図10(a))、図10(b)に示すように新たな明部hが現れるため光強度分布は線対称ではないが、コアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称の位置に1組の明部d, eが現れ、また明部d, eの光ファイバ内周側の略線対称の位置に1組の暗部b, cが現れ、かつ明部d, eの外周側近傍の略線対称の位置に光強度がその外周側よりも低い顕著な1組の暗部f, gが現れた。

【0038】一方、光軸14と複屈折主軸21とがなす角度を90°とした場合(図11(a))、すなわち光軸14と楕円形ジャケットの短軸方向の複屈折主軸22とを平行に合わせた場合には、図11(b)に示すように、光強度分布がコアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称であって、光ファイバ中心部近傍の略線対称の位置に1組の明部d, eが現れ、明部d, eの光ファイバ内周側の略線対称の位置に1組の暗部b, cが現れ、かつ明部d, eの外周側近傍に光強度がその外周側よりも低い顕著な1組の暗部f, gが現れた。このように複屈折主軸21或いは複屈折主軸22の角度により特徴的な光強度分布が得られることを利用して、図1に示した光ファイバ保持部材3に載置された楕円ジャケット型の偏波面保存光ファイバにおいても楕円コア型偏波面保存光ファイバの場合と同様に、光ファイバに導波光を伝搬させることなく複屈折主軸が所望の角度となるようにアライメントを行うことができた。尚、光ファイバ外周部を除く部分での明部と暗部との中心間隔の最小値は1.6 μ m であつたので、撮像カメラ6の撮像素子によって制限される分解能は1.6 μ m あるいはそれより優れていなければならなかった。また、複屈折主軸21或いは複屈折主軸22と光軸14とを平行に合わせることで、楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバにおいてもアライメント精度を向上させることができた。これは、図8(b)、図11(b)に示したように光強度分布がコアの中心を対称軸として略線対称となり、明部d, e、暗部b, c、さらに図11(b)においてはこれらに加えて、暗部f, gの組のうち、少なくとも1組の光強度の差が最小となるような光ファイバ16の回転角度を検出することにより、複屈折主軸21或いは複屈折主軸22を光軸14と平行に合わせることが可能となるからである。その際、明部d, e、暗部b, c及び暗部f, gが検出される光ファイバ中心部近傍は、コアを中心とした半幅20 μ m の範囲内であつたので、この検出範囲はコア17、クラッド18及びジャ

ケット 19 の偏心を考慮しても光ファイバの中心を基準とした半幅 $25\mu\text{m}$ の範囲とすれば充分であり、そうすることにより画像処理に要する時間を短縮することができた。

【0039】 以上において、非軸対称屈折率分布を有する光ファイバとして、楕円コア型偏波面保存光ファイバと、楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバとについて説明したが、これらに限定されるものではなく、いわゆる PANDA 型、Bow-Tie 型、サイドピット型、サイドトンネル型等の屈折率分布が軸対称ではない偏波面保存光ファイバ或いは絶対単一偏波光ファイバ及びマルチコア光ファイバも回転角度に依存した特徴的な画像処理結果が得られるので、本発明によりアライメントが可能である。

【0040】 また、2 心の光ファイバアレイを例に取り上げたが、2 心に限定されずこれより多心あるいは 1 心であってもよい。光ファイバ保持部材 3 の溝形状は U 字状、円弧状、矩形状あるいは多角形状であってもよい。光ファイバアレイは、例えば図 12 に示すように保持部材 23 に配列形成された 2 つの小孔 24a, 24b に非軸対称屈折率分布を有する光ファイバ 25a, 25b が

10 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150 10155 10160 10165 10170 10175 10180 10185 10190 10195 10200 10205 10210 10215 10220 10225 10230 10235 10240 10245 10250 10255 10260 10265 10270 10275 10280 10285 10290 10295 10300 10305 10310 10315 10320 10325 10330 10335 10340 10345 10350 10355 10360 10365 10370 10375 10380 10385 10390 10395 10400 10405 10410 10415 10420 10425 10430 10435 10440 10445 10450 10455 10460 10465 10470 10475 10480 10485 10490 10495 10500 10505 10510 10515 10520 10525 10530 10535 10540 10545 10550 10555 10560 10565 10570 10575 10580 10585 10590 10595 10600 10605 10610 10615 10620 10625 10630 10635 10640 10645 10650 10655 10660 10665 10670 10675 10680 10685 10690 10695 10700 10705 10710 10715 10720 10725 10730 10735 10740 10745 10750 10755 10760 10765 10770 10775 10780 10785 10790 10795 10800 10805 10810 10815 10820 10825 10830 10835 10840 10845 10850 10855 10860 10865 10870 10875 10880 10885 10890 10895 10900 10905 10910 10915 10920 10925 10930 10935 10940 10945 10950 10955 10960 10965 10970 10975 10980 10985 10990 10995 11000 11005 11010 11015 11020 11025 11030 11035 11040 11045 11050 11055 11060 11065 11070 11075 11080 11085 11090 11095 11100 11105 11110 11115 11120 11125 11130 11135 11140 11145 11150 11155 11160 11165 11170 11175 11180 11185 11190 11195 11200 11205 11210 11215 11220 11225 11230 11235 11240 11245 11250 11255 11260 11265 11270 11275 11280 11285 11290 11295 11300 11305 11310 11315 11320 11325 11330 11335 11340 11345 11350 11355 11360 11365 11370 11375 11380 11385 11390 11395 11400 11405 11410 11415 11420 11425 11430 11435 11440 11445 11450 11455 11460 11465 11470 11475 11480 11485 11490 11495 11500 11505 11510 11515 11520 11525 11530 11535 11540 11545 11550 11555 11560 11565 11570 11575 11580 11585 11590 11595 11600 11605 11610 11615 11620 11625 11630 11635 11640 11645 11650 11655 11660 11665 11670 11675 11680 11685 11690 11695 11700 1

15

【図 9】 (a) は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 5° のときの概略断面図であり、(b) はその光強度分布を示す図である。

【図 10】 (a) は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 45° のときの概略断面図であり、(b) はその光強度分布を示す図である。

【図 11】 (a) は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 90° のときの概略断面図であり、(b) はその光強度分布を示す図である。

【図 12】 図 1 に示した保持部材の変形例を示す図である。

【図 13】 光導波路の端面が露出されるように、光導波路が作製された基板に形成された V 字形の溝に光ファイバを嵌合してなる光ファイバと光導波路との結合部を示す図である。

【図 14】 光導波路の端面が露出されるように、光導波

16

路が作製された基板に形成された断面円形状の凹部に光ファイバを嵌入してなる光ファイバと光導波路との結合部を示す図である。

【図 15】 従来の方法により偏波面保存光ファイバの複屈折主軸のアライメントを行うための系の側面概略図である。

【図 16】 楕円コア型光ファイバの複屈折主軸を示す横断面図である。

【図 17】 楕円ジャケット型光ファイバの複屈折主軸を示す横断面図である。

【符号の説明】

1 a, 1 b 光ファイバ

2 a, 2 b 先端部

2 c, 2 d 後端部

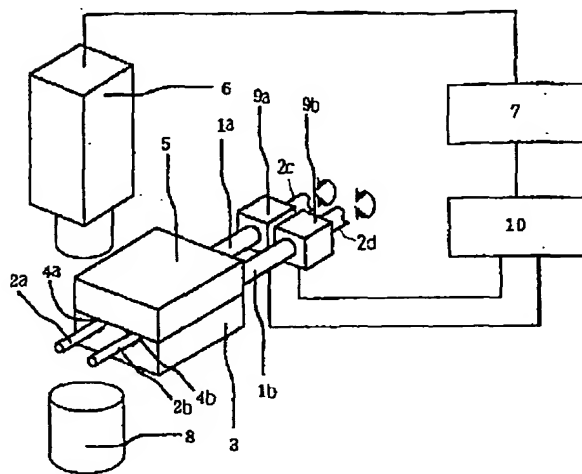
6 画像取得手段 (撮像カメラ)

7 画像処理装置

8 照明光源

9 a, 9 b 光ファイバ回転部材 (光ファイバ回転機構)

【図 1】



1 a, 1 b 光ファイバ

2 a, 2 b 先端部

2 c, 2 d 後端部

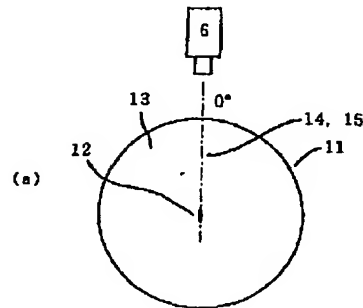
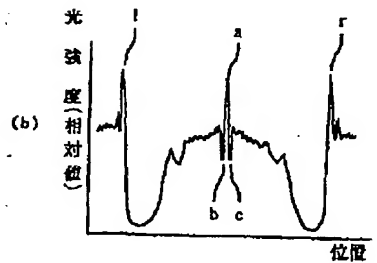
6 画像取得手段 (撮像カメラ)

7 画像処理装置

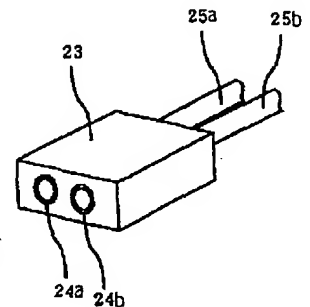
8 照明光源

9 a, 9 b 光ファイバ回転部材 (光ファイバ回転機構)

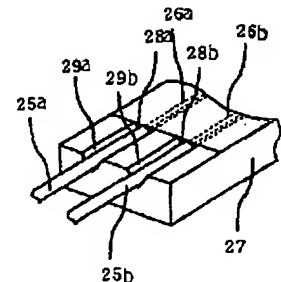
【図 2】



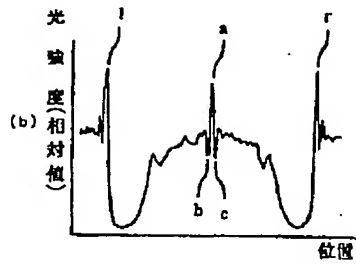
【図 12】



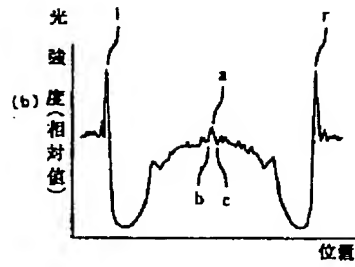
【図 13】



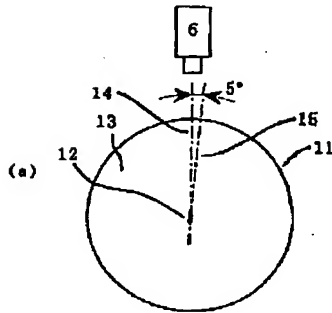
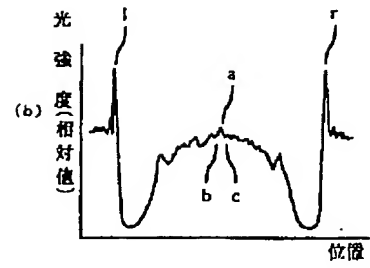
【圖 3】



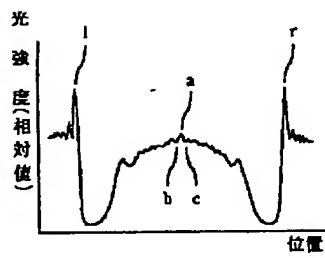
【圖 4】



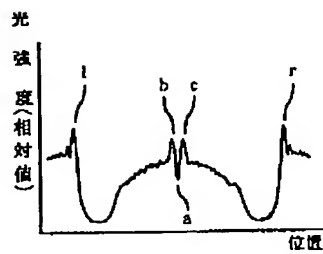
【圖 5】



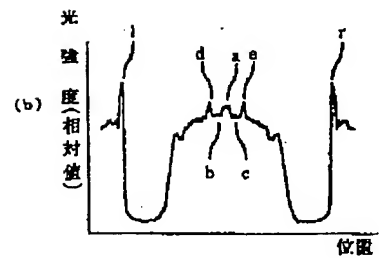
【圖 6】



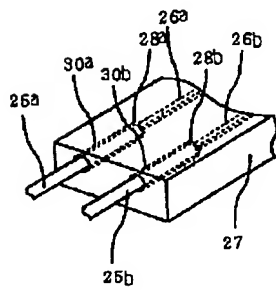
【圖 7】



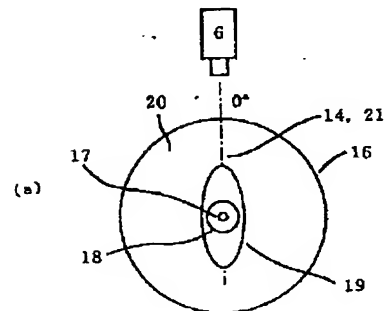
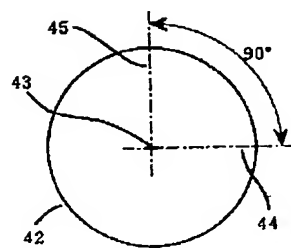
【圖 8】



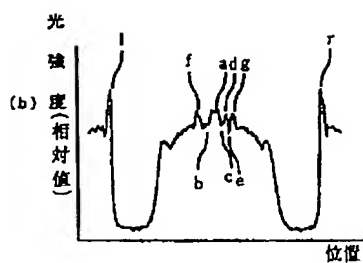
【圖 14】



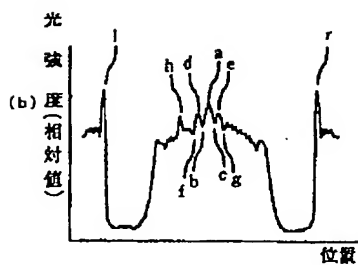
【圖 16】



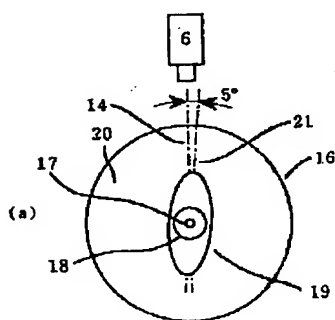
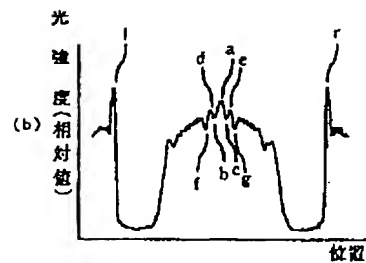
【図 9】



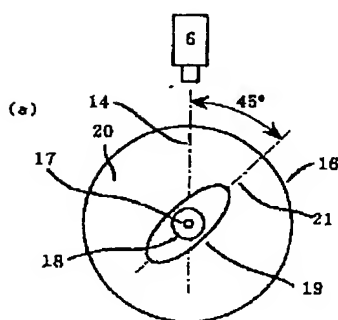
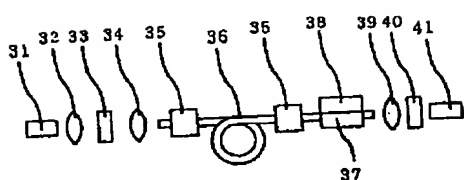
【図 10】



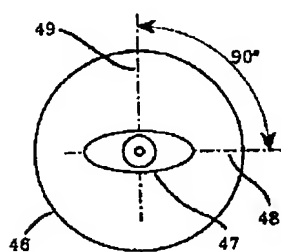
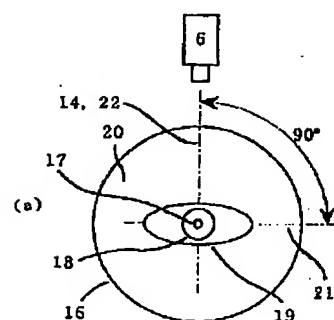
【図 11】



【図 15】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 梶岡 博
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社日高工場内

(72)発明者 市村 守
愛知県小牧市大字上末122番地 サンテッ
ク株式会社内

(72)発明者 村上 知広
愛知県小牧市大字上末122番地 サンテッ
ク株式会社内